



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **62041733 A**(43) Date of publication of application: **23.02.87**

(51) Int. Cl.

**C03B 37/012****C03B 20/00****G02B 6/00**(21) Application number: **60179483**(22) Date of filing: **16.08.85**(71) Applicant: **NIPPON TELEGR & TELEPH  
CORP <NTT>**(72) Inventor: **KOBAYASHI SOICHI****(54) PRODUCTION OF OPTICAL WAVEGUIDE PATH  
ROD**

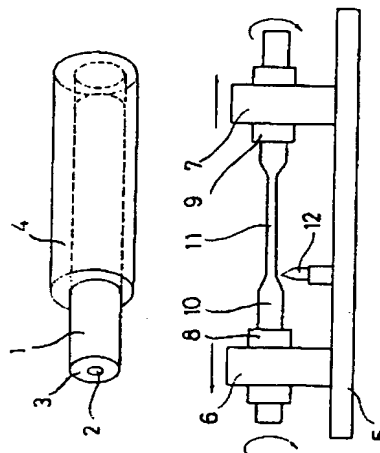
fiber and it is drawn to produce an optical waveguide path rod having improved characteristics.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1987,JPO&amp;Japio

**PURPOSE:** To produce an optical waveguide path rod having low bond loss to optical fiber and low transmission loss, by inserting a parent material for optical fiber of quartz type into a quartz tube, heating and drawing them, fusing them in one piece, reinserting it into a quartz tube, heating and drawing and repeating these operations several times.

**CONSTITUTION:** The parent material 1 for optical fiber consisting of the core part 2 and the cladding part 3 is inserted into the quartz tube 4, the tube 4 is attached to the glass lathe 5, heated by the burner 12, the parent material 1 for optical fiber and the quartz tube 4 are fused and integrated to form the glass rod 10. This glass rod 10 is reattached to the glass lathe 5, heated and softened by the burner 12 and drawn by transferring the support stands 6 and 7 to left and right, to form the parent material 11 for optical waveguide path rod, having a desired diameter. The process of covering the parent material for optical fiber with the quartz tube and drawing is repeated for several times, the core diameter of the rod parent material is made equal to the core diameter of optical



3/17

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-41733

⑤ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)2月23日

C 03 B 37/012

A-8216-4G

20/00

7344-4G

G 02 B 6/00

S-7370-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 光導波路ロッドの製造方法

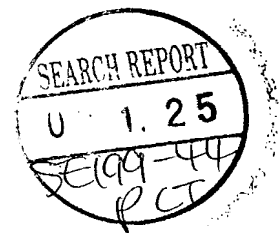
⑯ 特 願 昭60-179483

⑰ 出 願 昭60(1985)8月16日

⑱ 発 明 者 小 林 壮 一 武蔵野市緑町3丁目9番11号 日本電信電話株式会社武蔵野電気通信研究所内

⑲ 出 願 人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

⑳ 代 理 人 弁理士 中村 純之助



明 細 書

1. 発明の名称 光導波路ロッドの製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) 石英系光ファイバ母材を石英チューブに挿入してガラス旋盤で加熱、延伸することにより光ファイバと石英チューブを一体的に融着させコア径に対するクラッド径の比が増大した石英ロッドを作成する工程と、この石英ロッドをさらに石英チューブに挿入して再びガラス旋盤で加熱、延伸することを複数回繰り返す工程と、得られた石英ロッドをコア径が光ファイバのコア径と同じでクラッド外径が光ファイバのクラッド外径より大きい石英ロッドに引き伸ばして光導波路ロッドを得る工程とから成ることを特徴とする光導波路ロッドの製造方法。

(2) 前記光導波路ロッドを得る石英ロッド引き伸ばし工程が、ファイバ線引き装置を用いて行う工程であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光導波路ロッドの製造方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は光導波路ロッドの製造方法に係り、特に、光ファイバとの結合損失、伝搬損失を極めて小さくすることを図った光導波路ロッドの製造方法に関する。

〔従来の技術〕

光導波路の形態は大きく分類すると材質的に4通りに分類される。すなわち、石英系と多成分ガラス系と誘電体系と半導体系との4通りである。各々得失があり、前の2つが受動回路用、後の2つが能動回路用である。石英系光導波路は、光ファイバと屈折率の整合が良いために、最近になって分岐結合部品、光合分波器用導波路が作成されている。しかし、現在の段階では、必ずしも光ファイバとの結合損失が小さくなく、1.5～2 dB程度存在する(昭和60年度電子通信学会総全大1005, 4-129参照)。しかし、伝搬損失は0.5 dB/cm以下であり、光部品のように短い距離では問題ない。一方、多成分ガラスを母体とする光導波路は、従

来からイオン交換法により作成され、最近では多チャンネル導波路が発表されており、導波路の屈折率分布もファイバに類似した形が作成可能となっている。しかし、導波路と光ファイバ(石英ファイバ)の整合においては、光ファイバの屈折率が導波路より低いため、本質的に反射損失が存在してしまう(昭和60年電子通信学会総全大、976、4-100参照)。誘電体導波路では材質に、主として、 $\text{LiNbO}_3$  が用いられ、チタン拡散やプロトン交換の技術が進歩している。 $\text{LiNbO}_3$  は超高速用光スイッチとして盛んに研究されており、光導波路としての歴史も長い。しかし $\text{LiNbO}_3$  は、多成分ガラス以上に屈折率が高く、整合の問題は同様に残る。さらに $\text{LiNbO}_3$  に拡散したチタンの挙動が不安定であり、最近では、プロトン交換[オー・プラス・イー(O plus E)、1984年11月号、p. 60参照]が有望とされている。最後に、半導体光導波路が半導体レーザの進歩に伴い研究されつつある。しかし、半導体は誘電体以上に屈折率が高く、光ファイバとの整合が極めて悪いため、接続

させてコア径に対するクラッド径の比が増大した石英ロッドを作成する工程と、(ロ)この石英ロッドをさらに石英チューブに挿入して再びガラス旋盤で加熱、延伸することを複数回繰り返す工程と、(ハ)得られた石英ロッドをコア径が光ファイバのコア径と同じでクラッド外径が光ファイバのクラッド外径より大きい石英ロッドに引き伸ばして光導波路ロッドを得る工程とから成る製造方法とすることにより、これにより、光ファイバと同構造を内部に有し、外径が光ファイバのクラッド外径より大きい、すべてが石英系の材質からなる光導波路ロッドを実現可能にしたことにある。

すなわち、本発明は、光ファイバと同じ屈折率分布を内部に有し、外径が光ファイバ外径より大きくハンドリング可能な、石英系光導波路を得ることを最終目的とするもので、その製造方法としての特徴は、所望の寸法を出すために光ファイバ母材にかぶせる石英チューブの寸法を正確に出すこと、最後のロッド成形工程において、コア径が光ファイバのコア径と同じになるように調整する

箇所をできるだけ少なくすることが必要となる。以上、屈折率を主体に光ファイバとの整合性を述べてきたが、コアの寸法精度、導波路の屈折率分布制御等の問題が存在する。したがって、損失の少ない導波路部品を作成するためには、さらに、構造、材料の面からの検討が必要である。

#### [発明が解決しようとする問題点]

本発明は、石英系光ファイバとの結合損失、伝搬損失を減ずるために光導波路の構造、材質を光ファイバと同様にし、かつ、クラッド外径を大きくすることによって部品化の作業性を良くし、従来の光導波路の光学特性を改善した光導波路ロッドの製造方法を提供しようとするもので、本発明方法によって得られるロッドを加工し、組み立てることにより、小形で経済的な光部品を実現可能にしようとするものである。

#### [問題点を解決するための手段]

本発明は、(イ)石英系光ファイバ母材を石英チューブに挿入してガラス旋盤で加熱、延伸することにより光ファイバと石英チューブを一体的に融着

点にある。特に、光部品化する場合は、コアの中心が、クラッド外径の真中に存在するように調整すること、つまり離心率を下げる技術は、外径が光ファイバの数倍から数10倍にもおよぶため、光ファイバ製造法に比べて、高度な技術を要求される点である。つまり、光ファイバ母材にかぶせる石英チューブの内、外径の寸法精度を上げることが最も重要となる。

一方、本発明で作成される光導波路ロッドの光導波路としての特徴を考えると、従来の導波路に比べて、伝搬損失が極めて小さいこと、光ファイバとの結合損失が極めて小さいことが最大の利点である。伝搬損失は、光ファイバ母材を使用し、かつ線引き工程も光ファイバ製法時の工程と同様であることから、極めて小さい。ただし、構造的にクラッド部の材質が石英チューブの部分が多いため、通信用光ファイバより多少損失が多い。しかし、光部品のように数cm以下の距離で使用する場合は、損失は $10^{-4}$  dB/cm以下となり、光導波路としては最低の伝搬損失が期待できる。次に、

光ファイバとの結合損失であるが、マルチモードファイバとの結合の場合、コアとの寸法の違い、形状の違い、屈折率の違いにより、従来の光導波路は、モードの不整合、反射損失が生じ、結合損失が生じていた。また、シングルモードファイバとの結合の場合は、コア径が10 $\mu$ m程度と極めて小さいため、導波路のコアの寸法精度を上げる必要があり、作製精度的に高度な技術を要していた。本発明により作製される導波路は、これらの従来技術に対し、導波路構造のすべてが石英系であり、光ファイバと材質的にも構造的にも同じであるため、光学的特性が極めてよい。さらに、光ファイバと融着接続が可能であり、反射損失を零に抑えることが可能のため、結合損失はほとんど無いと考えられる。従来、光ファイバを樹脂等で埋め込んだ導波路の提案がある(特願昭57-16900参照)が、すべてが石英材質とは限らないので、融着接続は困難であった。また、加工性の面では、光ファイバは、外径が細いため、極めて扱いにくく、光部品を作成する上で、加工精度が保証でき

波路ロッドを製造する説明図である。図面において、1は光ファイバ母材、2は光ファイバ母材のコア、3は光ファイバ母材のクラッド、4は石英チューブ、5はガラス旋盤、6, 7は支持台、8, 9は石英ガラスロッド10を支持するチャック、11は光導波路ロッド母材、12はバーナ火炎である。

次に、実施例製造方法について述べる。まず、光ファイバ母材1を準備する。この母材は各種光ファイバ母材でよく、マルチモードファイバ用のステップインデックス形、グレーデッドインデックス形、シングルモードファイバ用の屈折率分布を有する石英系母材など、がある。この母材が光導波路ロッド内の屈折率分布を決定することになるので、光導波路ロッドをマルチモード導波路として製造する場合には光ファイバ母材もマルチモードのものを、シングルモード導波路とする場合には光ファイバ母材もシングルモード用母材を準備する。これら母材の製法は、現在ファイバ母材を作製している方法である内付けCVD(Chemical Vapor Deposition 化学的気相堆積)法、外付けCVD

ないという不便があった。これに対し、本発明により作製される導波路ロッドは、外径が1~2mmのロッドを提供可能であり、ハンドリングしやすく、機械精度的にも、外径に対しコアの中心がでているため外径合わせで加工、調整等が可能であり、このロッドから構成される光部品も従来の機械加工・組立て工程を用い自動的に作製可能であり、経済的にも従来の光部品より有利である。さらに、従来の光導波路は、導波路作成工程において長時間を要し、個々の部品の特性の再現性に関し保証がなかったが、本発明による光導波路ロッドから構成される光部品は、導波路構造の再現性が良く、品質管理の際もロッド状態でチェック可能のため、量産化した場合の歩留りが極めて良くなる利点がある。

#### [ 実施例とその作用 ]

##### 実施例1

本発明の第一の実施例を第1図、第2図により説明する。第1図は光ファイバ母材を石英チューブに挿入している図、第2図はガラス旋盤で光導

法、プラズマCVD法、VAD(Vapor phase Axial Deposition 気相軸付け)法、あるいはその他石英系ファイバ用母材を作成するいかなる方法でもよい。

準備した光ファイバ母材1は、その後、石英チューブ4に挿入する前に所望の寸法にガラス旋盤5で引き伸ばし加工してもよい。ただし、コアのクラッドに対する偏心率を極力下げることが必要である。石英チューブ4は、光ファイバ母材を挿入できるように、内径を光ファイバ母材の外径にできるだけ近づけるよう加工することが望ましい。内径、外径の長手方向での均一性、肉厚の均一性は、光導波路ロッドのコアの偏心率を決めることになるので、精密に加工した石英チューブ4を準備する必要がある。コアの偏心率を下げることは、光導波路ロッドを光部品化する場合に、外径合わせで光導波路ロッドを組み立てることを可能とし、微細な光学的調整を不要とするので、本発明において重要な技術である。

次に、光ファイバ母材1を挿入した石英チュー

ブ4をガラス旋盤5に装着し、バーナ火炎12で加熱し、光ファイバ母材と石英チューブを融着し一体化する。この際、石英チューブと光ファイバ母材の間の空隙を片側から真空に引いて融着すると気泡等がロッド中に残留せず、速やかに一体化できる。さらに、一体化した石英ガラスロッド10を再びガラス旋盤5に装着し、支持台6, 7中のチャック8, 9で保持する。石英ガラスロッドは、回転し、バーナ火炎12で軟化するに十分な温度に熱せられ、支持台6が左側へ、支持台7が右側へ移動することにより、所望の径の光導波路ロッド母材11が作製される。光導波路ロッド母材11の径は、支持台6, 7の移動距離、バーナ火炎12の温度で決定されることになるので、支持台6, 7は自動的に移動するよう設計する必要がある。

このようにして作製された光導波路ロッド母材は、最終的な寸法(すなわち、ロッド内のコア径が光ファイバのコア径と等しくなるためのロッド外径)になるまで、光ファイバ母材に石英チューブをかぶせて引き伸ばす工程を数回繰り返して行

き装置に第3図のように装置し、ヒータ13により細径化して光導波路ロッド14とし、巻取りドラム15に巻き取る。この際、長尺な光導波路ロッド14を得るためには、被覆用材料16を溶かした槽を設け、光導波路ロッド14の表面にコーティング17を被覆し、機械強度を保つようにするとよい。被覆材は、後に部品化することも考慮し、一時的に石英表面を保護するためのものであり、シリコン材等が適当である。巻取りドラム15は、光導波路ロッド14の外径が大きいほど、ドラム直径の大きなものが望ましいが、実施例として、光導波路ロッド径が1mmの場合、直径1mのドラムが適当である。第4図は、製造された光導波路ロッドの断面図であり、諸特性の実測結果、シングルモードファイバの場合、コア18の直径 $9.4\mu\text{m}$ 、クラッド19の外径 $1.1\text{mm}$ であり、カットオフ波長 $1.2\mu\text{m}$ 、コア偏心率は $5\mu\text{m}$ 、比屈折率差は0.3%、長さは10mであった。これは、従来の光伝送用石英シングルモードファイバのコア構造と同等のコアを含んでおり、光部品化した場合に、ファイバとの結合損失

う。この工程を少なくするためには、光ファイバ母材のクラッド部を大きくするか、あるいは非常に肉厚の大きい石英チューブを準備すればよい。以上の工程の結果、最終的に光導波路ロッドが作成される。光導波路ロッドの外径は2mm程度以上のものであり、内部に、マルチモード用あるいはシングルモード用の、光ファイバコアと同等のコアが含まれている。

#### 実施例2

本発明の第二の実施例を第3図、第4図により説明する。13はヒータ、14は光導波路ロッド、15は巻取りドラム、16は被覆用材料、17はコーティング、18は光導波路ロッドのコア、19は光導波路ロッドのクラッドである。

本実施例は、光導波路ロッド母材11をガラス旋盤5で作成するまでの工程は実施例1と同じであるが、最終的に光導波路ロッド化する際に線引き工程を用いて製造するものである。

まず、所望の外径対コア径比の光導波路ロッド母材11を実施例1の工程で準備して、これを線引

を極めて低いものとすることができる。さらに伝搬損失は $1.3\mu\text{m}$ で約 $2\text{dB/Km}$ ( $2 \times 10^{-5}\text{dB/cm}$ )であり、導波路としては非常に損失が少ないものである。コア偏心率は、光導波路ロッド母材の段階で偏心率をチェックして減少させるか、あるいは、ファイバ用母材、石英チューブの偏心率を減ずることにより、 $1\mu\text{m}$ 以下にすることは可能である。したがって、シングルモード用光部品の組み立てに関しては、外径合わせで行うことが可能となる。

本実施例では、工程の最終段階で線引き装置を使用することから、光導波路ロッドの外径は2mm以下が望ましく、ハンドリングや部品の小形化を考慮すると1mm程度が扱いやすい寸法となる。

なお、上記した2つの実施例においては、光導波路ロッドのコアと光ファイバのコアが同等となるよう作製するとして説明したが、光部品によってはそれにしぼられることなくコア径を任意に決定してもよい。

[ 発明の効果 ]

以上説明したように、本発明によれば、コア径、屈折率分布等が光ファイバと同等で、材質がすべて光ファイバと同じ材質から成る光導波路ロッドを作製することができ、光ファイバとの結合損失が極めて低い光部品を、接着材を使用しないで融着加工によって作製できるようになり、信頼性の高い光部品を提供可能である。さらに、光ファイバとの結合では、融着接続が可能であることから、コア径が等しいことと合わせて結合損失を非常に小さくできる。光部品を自動的に作製する場合には、加工精度が要求されるが、本発明で作製される光導波路ロッドの偏心率は、製造工程途中で各使用母材の偏心率がチェック可能であることから、小さなものとしてすることができ、外径合わせで結合損失の少ない光部品を組み立てることができ、量産的にも有利で経済化が達成できる。また、光部品によっては、任意の外径のロッドが要求されるが、本発明の製造方法によれば、所望の外径をもつロッドを容易に作製することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

- 16…被覆用材料
- 17…コーティング
- 18…光導波路ロッドのコア
- 19…光導波路ロッドのクラッド

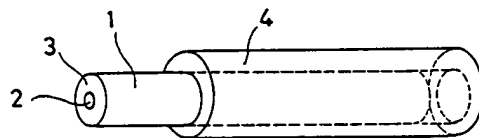
特許出願人 日本電信電話株式会社  
代理人弁理士 中村 純之助

第1図は本発明において光ファイバ母材を石英チューブに挿入している外観図、第2図は本発明におけるガラス旋盤で光導波路ロッドを製造する説明図、第3図は本発明における最終線引き工程を線引き装置で行う際の説明図、第4図は製造された光導波路ロッドの断面図である。

#### <符号の説明>

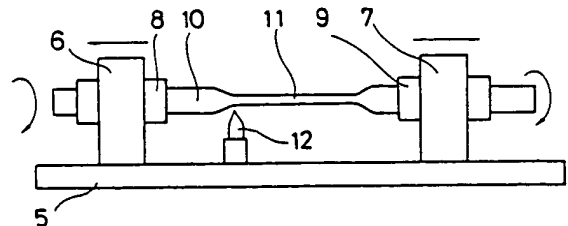
- 1…光ファイバ母材
- 2…光ファイバ母材のコア
- 3…光ファイバ母材のクラッド
- 4…石英チューブ
- 5…ガラス旋盤
- 6, 7…支持台
- 8, 9…チャック
- 10…石英ガラスロッド
- 11…光導波路ロッドの母材
- 12…バーナ火炎
- 13…ヒータ
- 14…光導波路ロッド
- 15…巻取りドラム

第 1 図



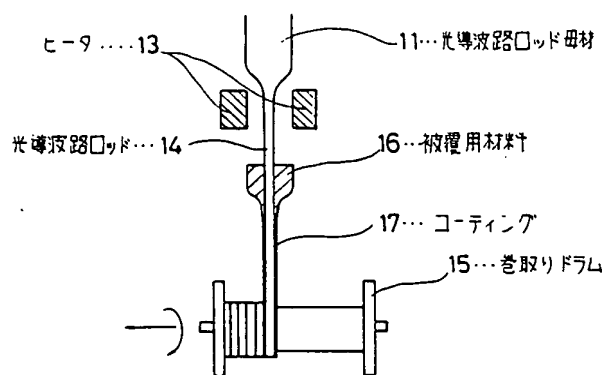
- 1…光ファイバ母材
- 2…光ファイバ母材のコア
- 3…光ファイバ母材のクラッド
- 4…石英チューブ

第 2 図



- 5…ガラス旋盤
- 6, 7…支持台
- 8, 9…チャック
- 10…石英ガラスロッド
- 11…光導波路ロッド母材
- 12…バーナ火炎

第 3 図



第 4 図

